

**IAG25-06-2013**  
**USO ADECUADO DE RAP EN MEZCLA ASFÁLTICAS**  
**EN CALIENTE**  
**USO ADEQUADO DE RAP EM MISTURA ASFALTICAS EM**  
**QUENTE.**

Miguel de Jesús Gallardo Chavarry.  
Pavimentos de Guatemala S.A.  
Guatemala.  
mgallardo@padegua.com

## **Resumen**

Debido a la tendencia mundial de la recuperación de materiales clasificados, conservación del medio ambiente y ahorro en costos de producción, se implementó un plan para el reciclaje de carpetas asfálticas de una forma científica, este plan consta de la recolección y triturado del material recuperado. Este mismo material alcanza una granulometría E 12.5 a 0 mm, los valores de control de calidad son correspondientes en función de la curva de granulometría, humedad y contenido de asfalto.

Una vez alcanzados los parámetros de calidad de RAP, se adiciona como agregado pétreo a una mezcla de agregado virgen, no tomándose en cuenta que es un RAP sino como un agregado más, cumpliendo con la granulometría del diseño de la mezcla asfáltica previamente calculada, esta incorporación es de 25 a 30 % sobre el 100% de agregado de mezcla, en los diseños no se hacen tomando en cuenta el betunen del RAP, por las variaciones que se provocan en la Gravedad Especifica de la mezcla.

Esta incorporación de reciclado de asfalto, se logra mediante una planta de asfalto de producción continua, mediante una dosificación automatizada del RAP a la mezcla. Debido a que el RAP tiene un promedio de asfalto de 4%, no es posible hacerlo pasar por el Doble Barril, sino que se agrega después, (diseño y mecanismo propio del Doble Barril), pero antes de la dosificación de asfalto, con el objetivo de no derretir el asfalto adherido a la piedra, por lo que la regulación de la temperatura debe ser de mayor control durante la producción y durante la colocación. Esto debido a que el calor viaja por medio de convección del agregado virgen calentado al RAP no calentado.

Este trabajo muestra resultados de laboratorio, correspondientes al RAP y correspondientes a la mezcla asfáltica final, por medio del Método Marshall. Demostrando que no hay alteraciones en los resultados del Diseño inicial sin RAP, con tendencia a mejorar la calidad.

Como se puede observar en el resumen de control de calidad de una mezcla tipo F 9.5 a 0 mm, que se toma como ejemplo puntual y una mezcla tipo E 12.5 a 0 mm como ejemplo estadístico, las variaciones en los datos son mínimas, casi insignificantes.

## Resumo

Devido à tendência mundial da recuperação de materiais classificados, conservação do meio ambiente e poupança em custos de produção, implementou-se um plano para o reciclaje de pastas asfálticas de uma forma científica, este plano consta da coleta e trituração do material recuperado. Este mesmo material atinge uma granulometria de 12.5 mm a 0 mm, os valores de controle de qualidade são correspondentes em função da curva de granulometria, humidade e conteúdo de asfalto.

Uma vez atingidos os parâmetros de qualidade de RAP, se adiciona como agregado petrio a uma mistura de agregado viagem, não se tomando em conta que é um RAP senão como um agregado mais, cumprindo com a granulométrica do desenho da mistura asfálticas previamente calculado, esta incorporação é de 25% sobre o 100% de agregado de mistura, os desenhos não se fazem tomando em conta o betumem) do RAP, pela variações que provoca na Gravidade Especifica da Mistura.

Esta incorporação de reciclado de asfalto, consegue-se mediante uma planta de asfalto de produção contínua, mediante uma dulcificação automatizada do RAP à mistura. Como o RAP tem uma média de asfalto de 4%, não é possível o fazer passar pelo Duplo Barril, senão se agrega depois, (desenho e mecanismo próprio do Duplo Barril), mas dantes da dulcificação de asfalto, com o objetivo de não derreter o asfalto aderido à pedra, pelo que a regulação da temperatura deve ser de maior controle durante a produção e durante a colocação. Isto como o calor viaja por médio de convecção de agregado viagem aquecido ao RAP não aquecido.

Este trabalho mostra resultados de laboratório, correspondentes ao RAP e correspondentes à mistura asfálticas final, por médio do Método Marshall. Demonstrando que não há alterações nos resultados do Desenho inicial sem RAP, com tendência a melhorar a qualidade.

Como se pode observar no resumo de controle de qualidade de uma mistura tipo F 9.5 mm, que se toma como exemplo e uma mistura tipo E 12.5 mm como exemplo estadístico, as variações nos dados são mínimas, quase insignificantes.

## INTRODUCCION

El uso del RAP tiene una primera justificación que es cuido del medio ambiente, pues con anterioridad este material se tiraba en botaderos clandestinos o barrancos, desperdiciando así el material y contaminando las zonas aledañas de los botaderos.

La reducción de los costos de producción es una segunda justificación, puesto que los fabricantes de las plantas de asfalto, han desarrollado mecanismo para poder reciclar el material, solventando la demanda de esta tecnología aprobada en EEUU. La calidad de la mezcla es igualada o mejorada, según los datos obtenidos en el laboratorio, a pesar de que se trata de un asfalto envejecido. Para nuestra empresa ha sido importante promover el uso adecuado del Pavimento Asfáltico Recuperado o en siglas en ingles RAP (Reclaimed Asphalt Pavement) en nuestro país Guatemala, por lo que es necesario que las autoridades fiscalizadoras e interventoras se familiaricen con tecnologías apropiadas de reciclaje de asfalto, para la conservación del medio ambiente y ahorro de costos, y demostrándoles el mejoramiento de la calidad de los asfaltos reciclados mediante los resultados de laboratorio.

El RAP es un material que por su procedencia es difícil de adquirir totalmente limpio en un 100%, por lo que uno de los cuidados principales es procurar tomar porciones limpias o previamente clasificadas para no contaminar el producto final con otros agentes, es por esto que se implementan sistemas de limpieza para evitar contaminación en el lugar, estos pueden ser clasificación del material, recolección de contaminantes antes y después de la trituración.

Otro factor a cuidar es la humedad, puesto que es relativamente más alta que la humedad del agregado virgen, lo que provoca que se enfríe más rápidamente o bien que de problemas en la operación de compactación. La temperatura de compactación debe de ser respetada, pues la mezcla de RAP y agregado virgen se enfría más rápido, debido a que el RAP no es calentado por medio de flama, sino que se mezcla a temperatura ambiente, con el agregado virgen, que si a pasado por la flama dentro del doble barril, generándose una disminución de la temperatura, por la acción de transmisión de calor del agregado virgen al RAP, por calor de convección.

## **Texto**

Debido a la tendencia mundial de la recuperación de materiales clasificados, conservación del medio ambiente y ahorro en costos de producción, se implementó un plan para el reciclaje de carpetas asfálticas de una forma científica. Este plan consta de la recolección y triturado de Pavimento Asfáltico Recuperado o en siglas en ingles RAP (Reclaimed Asphalt Pavement). Este mismo material es apilado y clasificado previamente, procesado en una trituradora alcanzando una granulometría de 12.5 a 0 mm y nuevamente apilado como agregado pétreo, los valores de control de calidad son correspondientes en función de la curva de granulometría del tipo de mezcla, tanto para mezcla con RAP como sin RAP (Figura 1 y 2), humedad y contenido de asfalto. Sea una mezcla tipo D 19 mm, E 12.5 mm y F 9.5 mm. Incorporando hasta un 30 % de RAP en ellas.

Una vez alcanzados los parámetros de calidad del RAP, se adiciona como agregado pétreo a una mezcla de agregado virgen, no tomando en cuenta que es un pavimento recuperado,

sino como un agregado más, cumpliendo con la granulometría y porcentaje del diseño de la mezcla asfáltica previamente calculado, esta incorporación es de 30% sobre el 100% de agregado de mezcla, ósea una relación de 70:30. Los diseños de las carpetas asfálticas, no se formulan tomando en cuenta el bitumen que esta adherido a la piedra de asfalto recuperado, esto por las variaciones que provoca en la Gravedad Especifica de los agregados. El contenido de bitumen encontrado en el asfalto recuperado, por el método de extracción, es alrededor de 4%. El porcentaje de asfalto con que se fabrica la mezcla es 5%, según diseño, porcentaje de asfalto en RAP más porcentaje de asfalto en mezcla da un dato puntual, que nuevamente se le resta el porcentaje de asfalto en RAP, obteniendo como dato final 5% de asfalto en mezcla.

La incorporación de reciclado de asfalto, se logra mediante una planta de asfalto de producción continua, por medio de un dosificador automatizado que incorpora el RAP a la mezcla, gracias a un mecanismo que es parte de la misma planta, pero que no incorpora el material por la entrada del agregado virgen, sino que lo incorpora por otra cámara que posee, esto debido a que el RAP tiene un promedio de bitumen de 4%, por lo que este diseño no permite que este pase por la flama directa, evitando así que el bitumen adherido a la piedra se derrita y eche a perder la mezcla y contamine internamente el doble barril. Esta cámara que tiene el doble barril, permite que el RAP se agregue y mezcle después de calentar el agregado virgen que pasa por la flama, pero antes de la dosificación de asfalto, así pues, el calor obtenido del agregado virgen calentado por la flama es trasferido al RAP, por lo que la regulación de la temperatura debe ser mayor y de mas control durante la producción y durante la colocación y compactación. Esto debido a que el calor viaja por medio de convección del agregado virgen, calentado al RAP frio, lo que conlleva a un enfriamiento mas acelerado de la mezcla. Este es un aspecto que hay que considerar durante el manejo y compactación en el campo.

Este trabajo muestra resultados de laboratorio, correspondientes al recuperado de asfalto (RAP) incorporado en la mezcla caliente, correspondientes a la mezcla asfáltica final, evaluada por medio del método Marshall. Demostrando que no hay alteraciones o variaciones significativas en los resultados del diseño inicial, con agregado 100% virgen, así también se aprecia una tendencia a mejorar la calidad, y ahorros en costos de agregados. Además se resalta que esta mezcla con RAP, entra dentro de los parámetros que exigen Especificaciones Generales para la construcción de carreteras y puentes de Guatemala.

Comparativamente una mezcla asfáltica tipo F 9.5 mm producida con asfalto virgen contra una mezcla asfáltica igualmente tipo F 9.5 mm, pero producida con asfalto recuperado (RAP), ambas producidas en la misma fecha, se observa que sus resultados presentan escasa diferencia, ejemplo puntual (Tabla 1): en la densidad, la diferencia es apenas de 0.01, en los vacios la diferencia es de 0.10, así mismo en la estabilidad Marshall la diferencia solo es de 60. En referencia a los resultados de contenido de bitumen la diferencia es únicamente de 0.09, pero debe de tomarse en cuenta que previamente se ha determinado el contenido de asfalto en el RAP utilizado y se le ha restado.

Para la mezcla E 12.5 mm, se hizo un estudio con 30 producciones de mezcla sin RAP y 30 producciones de mezcla con RAP, entre los años 2011 y 2013, se calculó la media en

cada población obteniendo variaciones mínimas entre los resultados, así mismo se ratifica que estos datos, no están fuera de los límites de las especificaciones (Tabla 2).

Las producciones de estas mezclas han sido continuas desde 2009, este es un producto estandarizado, todos los proyectos actuales se producen con RAP, con algunas excepciones. Los proyectos incluyen desde vías poco transitadas hasta vías con alto flujo vehicular.

En referencia a la durabilidad y desempeño de las mezclas que contienen RAP, es de cuidar la segregación en el momento del tendido, para que no exista pérdida de finos, esta segregación, se genera debido a la velocidad de enfriamiento, por lo que en este sentido no es igual la manejabilidad de las mezclas con RAP con respecto a una mezcla de asfalto con agregado virgen. Por lo que esto es un aspecto muy importante a tomar en cuenta, para que la durabilidad de la carpeta se extienda.

La procedencia del RAP y su recopilación, es de todo el entorno capitalino, recolectado de las reparaciones de bacheo o levantamiento total de carpeta, esto debido a que el costo de los fletes influye directamente en los costos de producción, por esto no se recolecta RAP del interior del país.

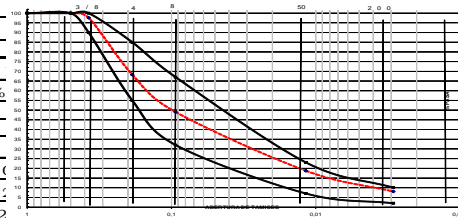
A continuación se muestran fotografías (Figura 3 y 4) de tramo terminado de mezclas con RAP, con una duración de tres años en el periodo de 2010 a 2013. Fotografías de tramo de carpeta con asfalto con agregado virgen con tres años y medio de duración 2009 a 2013 (Figura 5 y 6).

## CONTROL DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE

Registro #  
**8626**

FECHA: \_\_\_\_\_  
MEZCLA TIPO: \_\_\_\_\_  
TEMPERATURA: \_\_\_\_\_.

## GRANULOMETRIA



METODO							
TAMIZ	P.B.R.	P.N.R.	%				
1							
1/2	141,10	0,00	(				
3/8	158,70	17,60	2				
4	377,10	218,40	2				
8	520,00	142,90	19,23	50,98	49,02	32 - 67	
50	745,30	225,30	30,31	81,29	18,71	7 - 23	
200	824,60	79,30	10,67	91,95	8,05	2 - 10	
PASA 200							
PESO SIN LAVAR				% ASF. INYECTA 4,98			
P.N.S. _ 743,30				% ASF. REAL 5,53			
TARA _ 141,10							
<b>OBSERVACIONE:</b>							
<b>Planta</b>							
SIN RAP							

EXTRACCION DE BITUMEN							
	C	D	E	F	G	H	I
	P.P.	B - C	P.N.	D + E	A - F	(G/A)%	% ASF
P.	ANT.	PM ADHE	EXT.	PT AGR	DIF.		
30	16,00	0,60	742,70	743,30	43,50	0,06	<b>5,53</b>

NUMERO	C. DE BI	POL% B	P. AIRE	P. AGUA	P. S.S.S	VOLUME	DENS.	D.M.T.	% VOLUMEN TOTAL		VACIOS		ESTABILIDAD				FLOW	REL. EST FLOW
									de A.C.	MA. PET	VACIOS	V.A.M.	V.R.A.	LECT.	ESPES.	ESTAB.		
1	5,53	1,46	1249	731	1255	524	2,385	2,489	12,41	83,41	4,18	16,59	74,80	374	65	2694	12	225
2	5,53	1,46	1250	732	1256	524	2,387	2,489	12,42	83,48	4,10	16,52	75,16	378	65	2723	11	248
	5,53	1,46					2,386	2,489	12,41	83,45	4,14	16,55	74,98			2708	12	236
		0,6---1,6									3---5	> 13	65 --- 78			> 1200	8---14	120 --- 275

EFECTUO: \_\_\_\_\_

REVISO: \_\_\_\_\_

## CONTROL DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE

PROYECTO:

## GRANULOMETRIA

D	E	F	G	H	I
3 - C	P.N.	D + E	A - F	(G/A)%	% ASF
ADHE	EXT.	PT AGR	DIF.		
0,30	731,50	731,80	42,10	0,05	<b>5,44</b>

**Planta**  
CON RAP

REVISO: \_\_\_\_\_

**Tabla 1: Datos puntuales de control de calidad**  
**Comparación entre mezclas tipo F 9.5 mm con y sin RAP**

			Densidad	Vacios	V.A.M.	V.R.A.	Estabilidad	Flow	Est. Flow	Extracción Bitumen	% de Asfalto en RAP	TON Producidad
Fecha	Mezcla Tipo	LIMITE		03--05	> 13	65--75	1000-3800	8--14	120--275			
21/03/2013	F 9.5 mm	Sin RAP	2.386	4.14	16.55	74.98	2708	12	236	5.53	-	60
21/03/2013	F 9.5 mm	Con RAP	2.376	4.24	16.40	74.14	2648	12	230	5.44	4.60	60

**Tabla 2: Media de 60 producciones control de calidad**  
**Comparación entre mezclas tipo E 12.5 mm, 30 producciones con y sin RAP**

	Media Sin RAP	Media Con RAP	
TIPO DE MEZCLA	E (12.5 mm)	E (12.5 mm)	LIMITES
% DE ALSFALTO (Extracción)	5.10	5.12	
RELACION FINOS -ASFALTO	1.27	1.31	0.6-1.6
ESTABILIDAD MARSHALL	2,877.00	2,383.00	1000-3800
FLOW	13.52	12.13	8 --14
RELACION ESTABILIDAD-FLOW	214.66	222.89	120-275
% DE VACIOS	4.17	4.15	3-- 5
VACIO AGREGADO MINERAL V.A.M.	15.77	15.67	>13
% DE VACIOS RELLENOS V.R.A.	73.30	73.48	65-75
DENSIDAD	2.39	2.38	

**Figura 3: Ambas vías con RAP. La Herradura Zona 15 Municipalidad de Guatemala, 2010**





**Figura 4: Ambas vías con RAP. La Herradura Zona 15 Municipalidad de Guatemala, 2013**



**Figura 5: Tramo de carpeta de asfalto con agregado virgen 2009**



**Figura 6: Tramo de carpeta de asfalto con agregado virgen 20013**



## **CONCLUSIONES**

El uso de asfalto recuperado RAP, por ser un material clasificado, es perfectamente compatible al ser incorporado al agregado virgen, obteniéndose una mezcla asfáltica que llena los parámetros de calidad, y/o que no distorsiona los resultados de calidad. Debido a que la procedencia del RAP es dentro del perímetro capitalino se ha logrado tener un control de calidad muy uniforme.

La recuperación de los asfaltos y su reutilización, son una buena alternativa tanto en materia de ahorros significativos de agregados como en su desempeño en las vías de la ciudad. A lo largo de 4 años se han consumido 75,000 m<sup>3</sup> de material RAP, ayudando así a la preservación del medio ambiente, evitando la contaminación en los botaderos públicos.

Los proyectos que se han efectuado hasta la fecha no presentan envejecimiento comparativamente con los proyectos que usan asfalto virgen, simultáneamente, lo que se debe de cuidar desde un principio en el tendido de la carpeta; es la segregación de la mezcla, para que no exista pérdida prematura de finos.

## **REFERENCIAS**

National Asphalt Pavement Association. Recycling Hot Mix Asphalt Pavement. Information Series 123. 1996.

American Association of State Highway and Transportation Officials. Standard (AASHTO) Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing. Part 1A.